

51

Int.Cl. 2:

G 01 F 23/28

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Fig 1 - 4

DT 24 05 991 B2

11

# Auslegeschrift 24 05 991

21

Aktenzeichen: P 24 05 991.4-52

22

Anmeldetag: 8. 2. 74

43

Offenlegungstag: 22. 8. 74

44

Bekanntmachungstag: 10. 6. 76

30

Unionspriorität:

32 33 31

12. 2. 73 Schweden 7301902

54

Bezeichnung:

Vorrichtung zum Messen des Flüssigkeitsstandes

71

Anmelder:

Saab-Scania AB, Linköping (Schweden)

74

Vertreter:

Schöning, H.W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 2000 Hamburg

72

Erfinder:

Robertsson, Hans R., Mölndal (Schweden)

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-PS 12 05 305

DT-PS 8 78 723

FR 11 26 419

US 33 94 589

US 31 13 456

US 30 80 752

US 30 79 596

US 30 10 318

DT 24 05 991 B2

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Messen des Flüssigkeitsstandes in einem Tank od. dgl. mit mindestens zwei langgestreckten, vertikal nach unten in den Tank hineinragenden, mit vorbestimmtem Abstand voneinander angeordneten Bauteilen, von denen der eine mit einem Überschall-Übertrager verbunden ist, der in dem Bauteil wiederholt kurze Überschallschwingungen überträgt, während der andere Bauteil mit einem Empfänger verbunden ist, der auf Überschallschwingungen anspricht und die empfangenen Überschallschwingungen in elektrische Signale umwandelt und ferner mit einem mit Sender und Empfänger verbundenen Rechner, der mit Hilfe der elektrischen Signale den Flüssigkeitsstand als Funktion der Fortleitungszeit der Überschallschwingung vom Übertrager über die Bauelemente und die Tankflüssigkeit zum Empfänger errechnet, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) die Bauteile miteinander durch starre Querstreben (8; 13) verbunden sind, die sich mit gleichen Abständen senkrecht zu den Bauteilen (10, 11, 12) erstrecken und einerseits die Lagen und Abstände der Bauteile relativ zueinander festlegen und andererseits als Quersprechkanäle bzw. Schallbrücken zwischen den Bauteilen dienen,
- b) die Flüssigkeitsstandmessung auf die der Flüssigkeitsoberfläche von oben am nächsten kommende Querstrebe bezogen wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß drei Bauteile (10, 11, 12) derart zueinander angeordnet sind, daß die Abstände zwischen dem mit dem Übertrager (6) verbundenen Bauteil (10) einerseits und den mit den Empfängern (7) verbundenen Bauteilen (11, 12) andererseits ungleich und entsprechend einem Verhältnis 2:1 entsprechen, um das Meßergebnis bezüglich der Schwankungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Überschallschwingungen in den Querstreben (13) und in der Flüssigkeit (2) zu korrigieren.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteile (10, 11, 12) entsprechend den Ecken eines gleichschenkligen Dreiecks angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, mit mindestens drei Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, daß die Querstreben (13) von dem mit dem Übertrager (6) verbundenen Bauteil (10) in Längsrichtung versetzt zu den mit einem Empfänger (7) verbundenen Bauteilen (11, 12) verlaufen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die mit Empfänger versehene(n) Bauteil(e) mindestens teilweise entlang ihrer mit dem Übertrager (6) versehenen Bauteil zugewandten Seite mit einem Material bedeckt sind, dessen akustische Impedanz einem geometrischen Mittelwert der akustischen Impedanz der Flüssigkeit und der Bauteile entspricht, und daß die Oberfläche dieses Materials mit tropfenförmigen Vorsprüngen versehen ist, welche das Quersprechen der Überschallschwingungen zwischen Flüssigkeit und den Bauteilen (3, 4) verstärken und den Teil der Überschallschwingungen vermehren, deren Fortpflanzungsrichtung dem/den Empfänger(n) zugewandt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der/die mit dem/den Empfänger(n) verbundenen Bauteil(e) mit beispielsweise kerbenförmigen Ausnehmungen versehen ist/s, die sich an den Seiten befinden, die von dem dem Übertrager (6) verbundenen Bauteil (3) abgegrenzt sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem mit dem Übertrager (6) verbundenen Bauteil (3) und dem/den parallel dazu erstreckenden, mit Empfängern verbundenen Bauteil(en) (4) ein zusätzliches langgestrecktes Bauelement (18) angeordnet ist, welche regelmäßigen Abständen senkrecht zu den Bauteilen (3, 4) ausgerichtete Flächen (16) aufweist, welche die von dem ersterwähnten Bauteil (3) kommenden Überschallschwingungen innerhalb der Flüssigkeit (2) gegen die mit Empfängern (7) verbundenen Bauteile (4) reflektieren.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Bauteile (4) zwischen den einzelnen Querstreben (13) ein Schwimmblei (18) enthalten, der zwischen den Querstreben (8) beweglich ist und eine Reflektorfläche (16) trägt, die sich senkrecht zu den Bauteilen (3) erstreckt und die in der Flüssigkeit übertragene Überschallschwingungen von dem mit dem Übertrager (6) verbundenen Bauteil (3) in Richtung der mit Empfängern (7) versehenen Bauteile (4) reflektiert.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein einzelner Schwimmer (18) vorgesehen ist, der über die gesamte Länge der Bauteile (3, 4) beweglich ist und eine sich senkrecht zu den Bauteilen (3, 4) erstreckende Reflexionsfläche (16) trägt, mit der die in der Flüssigkeit (2) übertragenen Überschallschwingungen von dem dem Übertrager (6) verbundenen Bauteil (3) zu den mit Empfängern (7) versehenen Bauteilen (4) reflektiert werden.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen des Flüssigkeitsstandes in einem Tank od. dgl. mit mindestens zwei langgestreckten, vertikal nach unten in den Tank hineinragenden, mit vorbestimmtem Abstand voneinander angeordneten Bauteilen, von denen der eine mit einem Überschall-Übertrager verbunden ist, der in dem Bauteil wiederholt kurze Überschallschwingungen überträgt, während der andere Bauteil mit einem Empfänger verbunden ist, der auf Überschallschwingungen anspricht und die empfangenen Überschallschwingungen in elektrische Signale umwandelt und ferner mit einem mit Sender und Empfänger verbundenen Rechner, der mit Hilfe der elektrischen Signale den Flüssigkeitsstand als Funktion der Fortleitungszeit der Überschallschwingung vom Übertrager über die Bauelemente und die Tankflüssigkeit zum Empfänger errechnet.

Es ist bereits vorgeschlagen, Flüssigkeitsstandmeßgeräte zu verwenden, bei denen die Fortleitungszeit der Überschallschwingung von einem Überschall-Übertrager durch einen oder mehrere Überschall leitende Bauteile und die Flüssigkeit

oberfläche zu dem auf Überschall ansprechenden Empfänger benötigt. Es gibt hier im wesentlichen zwei verschiedene Meßvorrichtungen: einerseits gibt es Geräte, die nur einen Überschall leitenden Bauteil für die Messung haben und die Überschallwellen verwenden, die an der Flüssigkeitsoberfläche reflektiert werden, und andererseits Geräte, bei denen zwischen mindestens zwei Überschall leitenden Bauteilen das Überschall-Quersprechen an der Flüssigkeitsoberfläche ausgenutzt wird. Als Beispiel für eine Meßvorrichtung der erstgenannten Art wird auf die USA.-Patentschrift 33 94 589 verwiesen. Die USA.-Patentschrift 30 80 752 beschreibt eine Meßvorrichtung der zweitgenannten Art.

Diese bisher bekannten Meßvorrichtungen haben jedoch eine so ungenügende Meßgenauigkeit, daß sie bisher nicht in einem erheblichen Umfang zum Einsatz kamen. Die Beeinträchtigung der Meßgenauigkeit bei vorbekannten Überschall-Meßvorrichtungen beruht im wesentlichen auf Schwankungen und Änderungen der Fortleitungsgeschwindigkeit des Überschalles infolge von Temperaturdifferenzen entlang der Bauteile und ferner auch auf der Schwierigkeit, die Frequenz des Überschall-Übertragers konstant zu halten.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Vorrichtung zum Messen des Flüssigkeitsstandes, die mit Überschall arbeitet und nicht die vorerwähnten Nachteile aufweist.

Die vorgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

- a) die Bauteile miteinander durch starre Querstreben verbunden sind, die sich mit gleichen Abständen senkrecht zu den Bauteilen erstrecken und einerseits die Lagen und Abstände der Bauteile relativ zueinander festlegen und andererseits als Quersprechkanäle bzw. Schallbrücken zwischen den Bauteilen dienen,
- b) die Flüssigkeitsstandmessung auf die der Flüssigkeitsoberfläche von oben am nächsten kommende Querstrebe bezogen wird.

Zum fernerer Stande der Technik sei noch auf vorbekannte nach dem Echoprinzip arbeitende Meßgeräte (DT-PS 8 78 723) verwiesen, bei denen die Laufzeit eines Schallimpulses vom Sender zur Flüssigkeitsoberfläche und zum Empfänger zurück gemessen wird. Hier hat man innerhalb des Tanks in unterschiedlicher Höhe Reflektoren angeordnet, um Signalbezugspunkte zu finden, die der Flüssigkeitsoberfläche enger benachbart sind, als die Schallsignale aussendenden und empfangenden Bauteile. Die für die Erfassung interessanten Schallschwingungen wandern vertikal im Flüssigkeitstank nach oben bis zum Flüssigkeitsspiegel und kommen als Echo auf entgegengesetztem Wege zum Empfänger zurück. Der zu messende Weg ändert sich ständig in Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsspiegels und es werden lediglich bei einer graphischen Darstellung des Meßergebnisses noch zusätzlich die durch gleichmäßig verteilte Reflektoren erzeugten Meßmarken mit abgebildet.

Bei dem grundverschiedenen Meßprinzip der Erfindung kam es dagegen darauf an, die Stelle möglichst genau zu lokalisieren, an der sich die Fortleitungsgeschwindigkeit der horizontal vom Senderbauteil zum Empfängerbauteil wandernden Schallwellen zwischen Flüssigkeit einerseits und Luft- bzw. Schallbrücken andererseits sprunghaft ändert.

An Hand der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung und den Zeichnungen werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung näher erläu-

tert. In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung des Flüssigkeitsstandes,

Fig. 2a bis 2c unterschiedliche Möglichkeiten Überschall leitende Bauteile in einem bestimmten Abstand voneinander mit starren Querstreben zu verbinden und

Fig. 3a bis 3e verschiedene Möglichkeiten, das Überschall-Quersprechen zwischen den Bauteilen zu verstärken.

Fig. 1 zeigt einen Tank 1, dessen Flüssigkeitsstand zu messen ist. Die zwei langgestreckten Bauteile 3, 4 durchbrechen die Flüssigkeitsoberfläche 5 der Tankflüssigkeit 2 und erstrecken sich mit einem bestimmten Abstand voneinander senkrecht nach unten in den Tank 1 hinein. Der eine Bauteil 3, der aus gut Überschall leitenden Material besteht, ist an dem außerhalb der Flüssigkeit 2 liegenden Ende mit einem Überschall-Übertrager 6 verbunden. Der andere Bauteil 4 ist in entsprechender Weise am gleichen Ende mit einem Überschall-Empfänger 7 verbunden. Der Überschallsender sendet kurze Überschallschwingungen in den Bauteil 3 aus und der Überschall-Empfänger erzeugt entsprechend den eintreffenden Überschallschwingungen elektrische Signale.

Gemäß der Erfindung sind die beiden Bauteile 3, 4 miteinander durch starre Querstreben 8 verbunden, die sich senkrecht zu den Bauteilen 3, 4 erstrecken. Der Zweck dieser Querstreben, die vorzugsweise äquidistant entlang der Bauteile 3, 4 verteilt sind, liegt einerseits darin, die Bauteile mit entsprechendem Abstand zueinander zu fixieren und andererseits zur Erzeugung eines Überschall-Quersprechkanals zwischen den Bauteilen 3, 4. Ein Teil der vom Übertrager 6 kommenden Überschallschwingungen, wird entlang des Bauteils 3 fortgeleitet und erreicht über die Querstreben 8, welche sich über der Flüssigkeitsoberfläche 5 befinden, den Bauteil 4, während die übrigen Schwingungsanteile sich in der Flüssigkeit verteilen oder unmittelbar unter der Flüssigkeitsoberfläche 5 verlaufen. Ein Teil der letzterwähnten, zum Bauteil 4 gelangenden und in diesem weitergeleiteten Überschallschwingungen treffen am Empfänger 7 ein. Es ist offensichtlich, daß die über die Querstreben weitergeleiteten Überschallschwingungen den Empfänger früher erreichen als die Schwingungen, die durch die Flüssigkeit 2 hindurchgegangen sind. Der Übertrager 6 und der Empfänger 7 sind mit einem Rechner 9 verbunden, der gemäß der vorliegenden Erfindung den Flüssigkeitsstand aus den Signalen dadurch errechnet, daß er die Fortpflanzungszeiten der Überschallschwingung vom Übertrager 6 zum Empfänger 7 über die Querstege 8 und die Flüssigkeit 2 mißt bei Kenntnis der in den Medien auftretenden Fortleitungsgeschwindigkeit, so daß der Meßpegel auf einen der Querstege 8 bezogen wird, der sich über der Flüssigkeitsoberfläche 5 befindet.

In Verbindung mit dem Rechner 9 muß noch erwähnt werden, daß, da nur ein mit Empfänger versehener Bauteil vorhanden ist, die Überschall-Fortleitungsgeschwindigkeit in den Querstegen und der Flüssigkeit offensichtlich in irgendeiner Form programmiert werden muß. Da die Fortleitungswege in der Flüssigkeit und in den Querstegen in der Praxis kurz ausgebildet werden und beispielsweise Längen von 10 bis 30 mm haben, bleibt der Fehlereinfluß infolge einer irrtümlich angenommenen Fortleitungsgeschwindigkeit klein bei der Flüssigkeitsstandbestimmung. Wenn mehr als ein Empfängerbauteil benutzt wird, lassen sich die Fortlei-

tungsgeschwindigkeiten mit entsprechenden Gleichungen ermitteln.

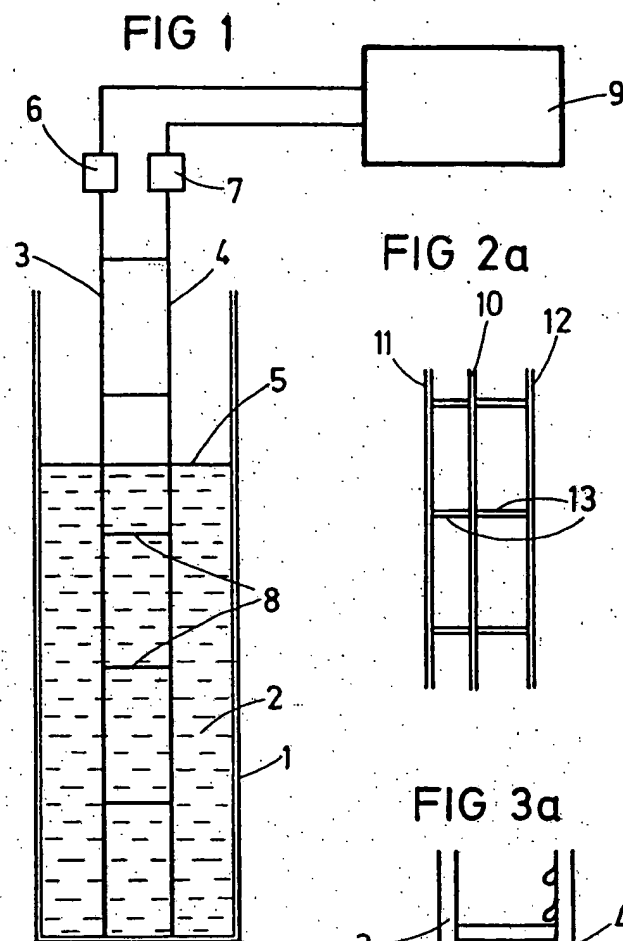
Es ist zu erwähnen, daß die Flüssigkeitsstand-Messung mit Hilfe der Überschall-Fortleitungszeit bezogen auf die Länge der Meßentfernung nur auf dem relativ kurzen Weg gestört werden kann, der zwischen der Flüssigkeitsoberfläche 5 und dem darüberliegenden Querstege liegt.

Im Hinblick auf die Schwankungen der Fortleitungsgeschwindigkeit der Überschallwellen in der Flüssigkeit und den Bauteilen auf Grund von Temperatur- und Dichte-Schwankungen ist es möglich, die Meßgenauigkeit erheblich zu verbessern, indem man die Zahl der mit Empfängern versehenen Bauteile vergrößert, wie es bereits erwähnt wurde. Im Hinblick auf den Aufbau des Rechners 9 liegt gemäß einem Merkmal ein besonderer Vorteil darin, zwei mit Empfängern versehene Bauteile vorzusehen, deren Abstände zu dem Schallübertrager im Verhältnis von 2:1 stehen. In den Fig. 2a bis 2c sind die Bauteile in der vorerwähnten Weise angeordnet. Der Bauteil 10 trägt den Übertrager, während die Bauteile 11 und 12 mit Empfängern versehen sind. Querstege 13 verbinden die Bauteile 10 bis 12. In den Fig. 1a und 1c liegen die Bauteile in einer Ebene, während gemäß Fig. 2b die Bauteile gemäß einem bevorzugten Material die Ecken eines gleichschenkligen Dreiecks definieren. Gemäß einem weiteren Merkmal verlaufen bei der Anordnung gemäß Fig. 2c die Querstege vom Bauteil 10 abwechselnd zum Bauteil 12 und zum Bauteil 11. Auf diese Weise ergibt sich ein besonderer Vorteil bezüglich der zeitlichen Trennung des gegenseitigen Quersprechens über die Querstege 13 zu den entsprechenden Empfängern und den Bauteilen 11, 12.

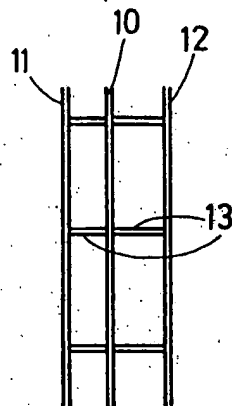
Offensichtlich ist es erwünscht, daß ein möglichst großer Teil der Überschall-Schwingungen, der seinen Weg durch die Flüssigkeit nimmt und einen mit Empfänger versehenen Bauteil trifft, auch den Empfänger

erreicht. Ist das Quersprechen gut, ist es möglich, den Effekt des Überschall-Übertragers und die Dynamik des Rechners zu verkleinern, ohne dabei die Meßgenauigkeit zu beeinträchtigen. In den Fig. 3a bis 3e, deren Bezugszeichen mit den Bezugszeichen entsprechender Teile in Fig. 1 übereinstimmen, sind unterschiedliche Maßnahmen getroffen, um ein solches verbessertes Quersprechen zu bewirken. In Fig. 3a sind die Seiten des Bauteiles 4, welche dem Bauteil 3 zuwandt sind, mindestens teilweise mit einem Material abgedeckt, deren Oberfläche Vorsprünge 14 trägt, zur Verbesserung des Quersprechens zwischen Flüssigkeit 2 und dem Bauteil 4 sorgen und auch bewirken, daß der Überschall-Anteil, der den Empfänger Bauteiles 4 erreicht, vergrößert wird. Um dies optimal zu erreichen, sollte die akustische Impedanz des Materials im wesentlichen gleich dem geometrischen Mittelwert der Impedanzen von Flüssigkeit und Bauteil sein. In Fig. 3b ist der Bauteil 4 mit Kerben 15 versehen, die sich an der Seite befinden, die vom Bauteil abgelegen ist, um auch auf diese Weise das Quersprechen zu verbessern. Die in Fig. 3c bis 3e dargestellten Reflektorflächen 16 haben die gleiche Funktion. Fig. 3c liegt zwischen jedem Querstrebenpaar eine Reflektorfläche, die von einem Schwimmer 17 getragen wird. Der Schwimmer 17 kann sich entlang des Bauteiles 4 entsprechend seinem Auftrieb in der Flüssigkeit bewegen, so daß sich die Fläche 16 unmittelbar unter der Flüssigkeitsoberfläche 5 befindet. Abweichend davon kann die Reflektorfläche 16 auch von einem gemeinsamen Schwimmer 18 getragen werden, der entlang der Bauteile 3, 4 bewegen kann (Fig. 3e zeigt eine weitere abgeänderte Anordnung, der eine Mehrzahl von Reflektorflächen entlang der langgestreckten Bauelemente so verteilt sind, daß die Reflektorflächen zwischen den Bauteilen 3, 4 befinden.

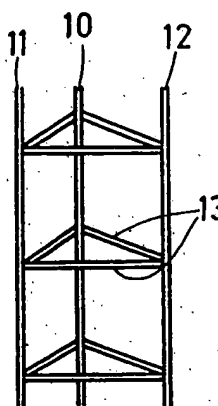
Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



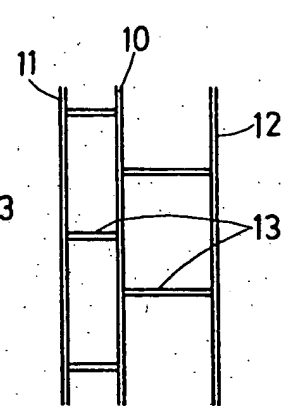
**FIG 2a**



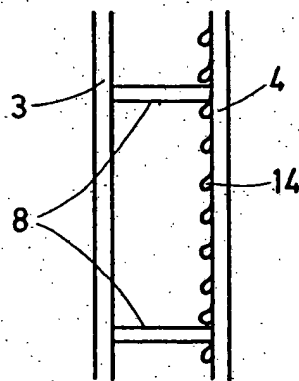
**FIG 2b**



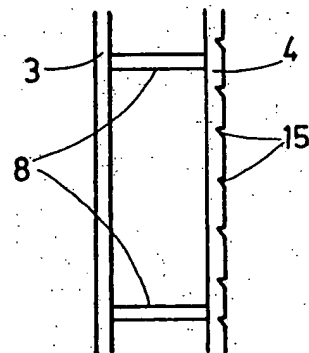
**FIG 2c**



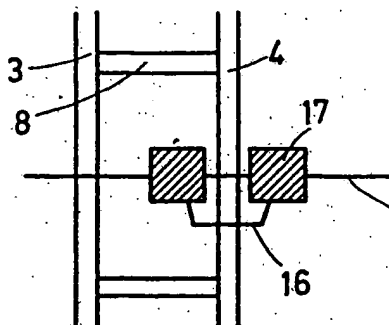
**FIG 3a**



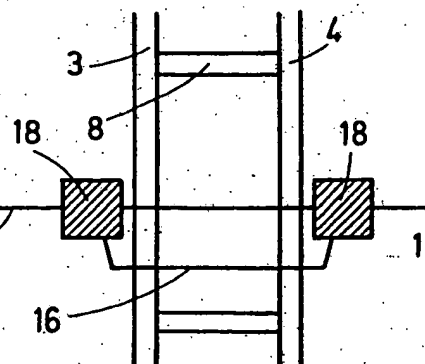
**FIG 3b**



**FIG 3c**



**FIG 3d**



**FIG 3e**

